

磁場インバージョンコード について

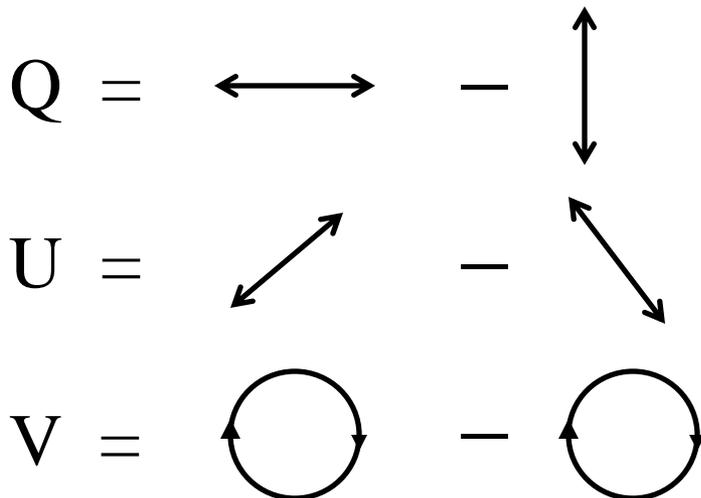
京大花山天文台M2

清原淳子

はじめに

観測により得られる
ストークスプロフィール
(I、Q、U、V)

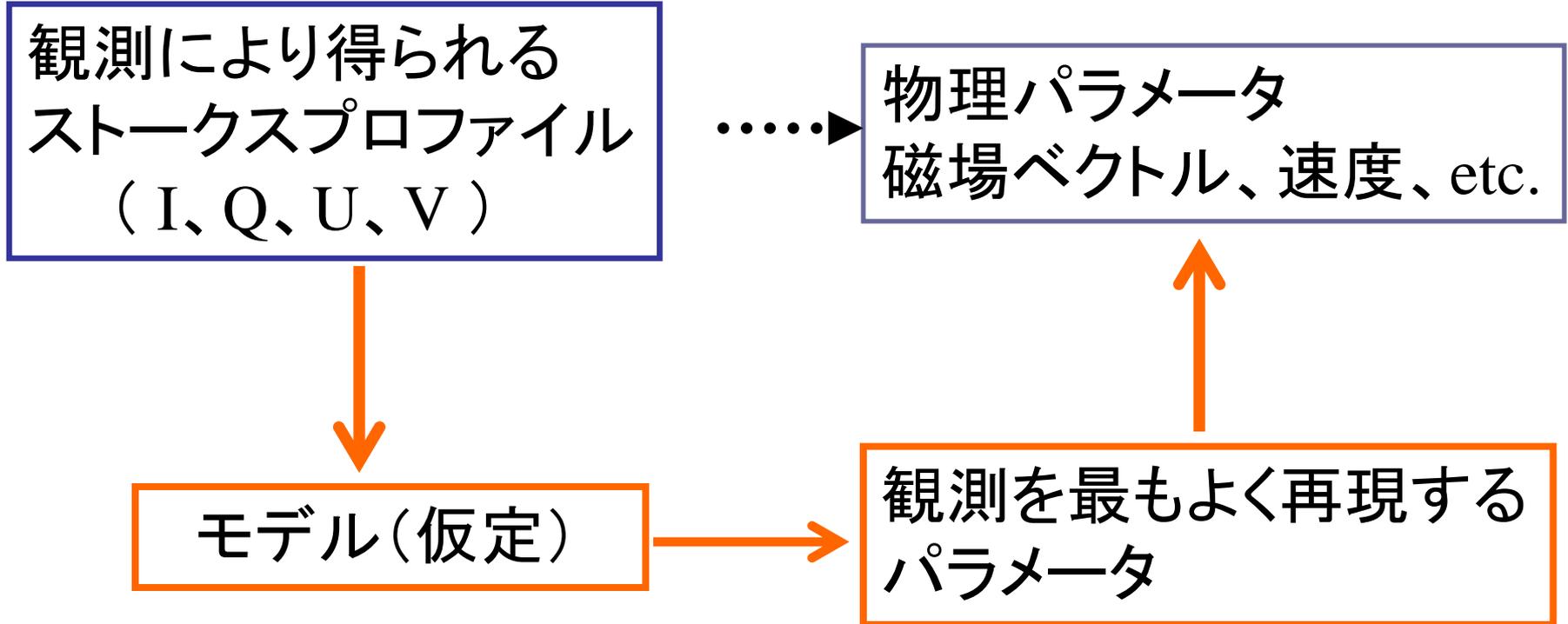
I = 強度



直線偏光 = 視線に垂直な
磁場の成分

円偏光 = 視線方向の
磁場成分

はじめに



インバージョンコードWGの 活動目的

- 既存のインバージョンコードを利用、または新規開発し、地上偏光データを有効に使う
- インバージョンコードを理解し、Solar-Bのデータを正しく使う
- より高度なインバージョンコード開発の土壌を作る

⇒当面の目標としては…

様々なインバージョンコードのアルゴリズムを理解し、磁場導出精度とその限界を評価、比較する。

研究会で紹介されたコード

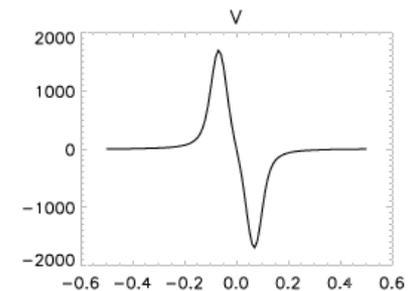
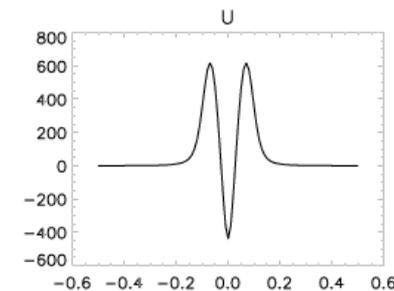
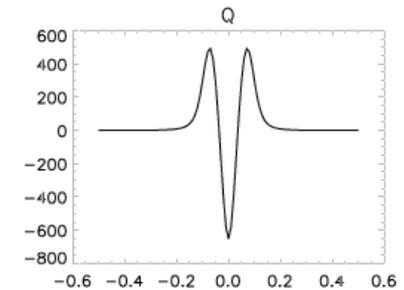
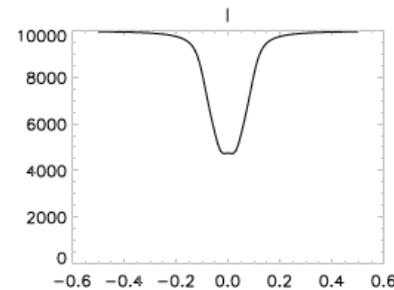
- 川上製 initial guess コード (川上)
- 乗鞍超簡単コード (當村)
- 上野製弱磁場近似コード (上野)
- ASP標準コード (久保)
- 桜井コード (桜井)
- (FATIMA / MISMA (清原))

研究会では・・・

- それぞれのコードのアルゴリズムの説明
- Holweger et al. (1974) にある大気モデルを用いて
さまざまなパラメータを変えて
ストックスプロファイルを作成



インバージョンコードにかけて、
返ってきたパラメータを与えた
パラメータと比較



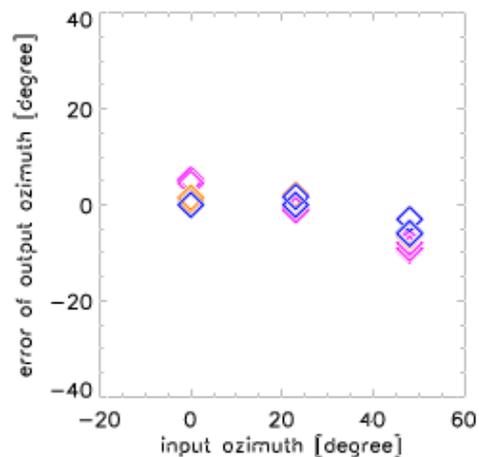
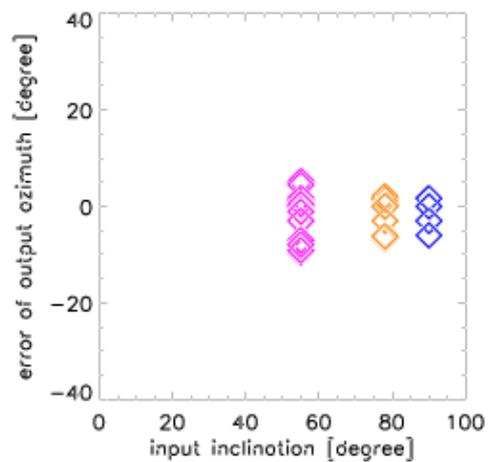
川上製initial guessプログラム

求まる 物理量	磁場の強さ、視線方向の磁場の強さ、 視線に垂直方向の磁場の向き
仮定	プロファイルはgaussianである
磁場導出 方法	ストークスプロファイルに期待される複数のgaussianの 組み合わせで観測されたプロファイルをフィッティング
長所・短所	長所: (うまくいけば)磁場決定の最も基本的な ことしか使わないので安心(?) 短所: これはあくまで initial guess にすぎない

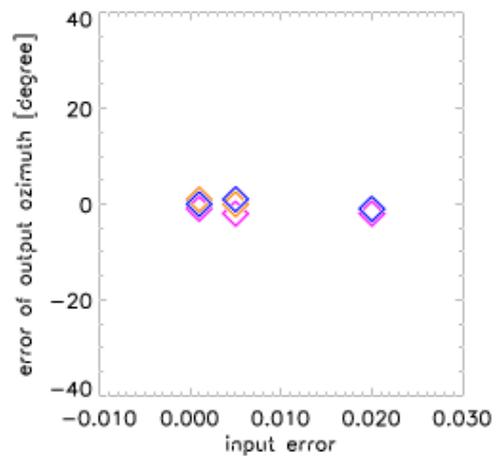
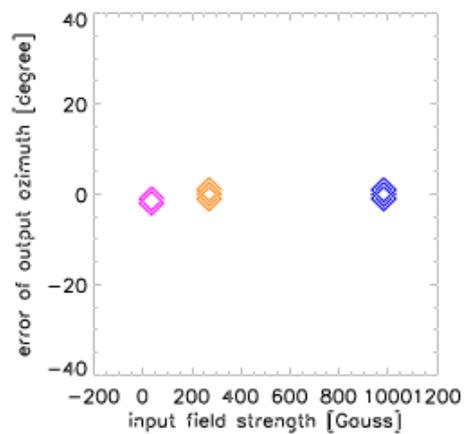
乗鞍超簡単コード

求まる 物理量	磁場の方位角(2002年7月13日現在)、 (ドップラーシフト、直線偏光度)
仮定	特になし
磁場導出 方法	Qシグナルの積分値とUシグナルの積分値の比 から方位角を求める
長所・短所	長所: 計算が速く、initial guessには適している 短所: 現在のところ、求められる パラメータが少ない

磁場ベクトルを変化させた場合



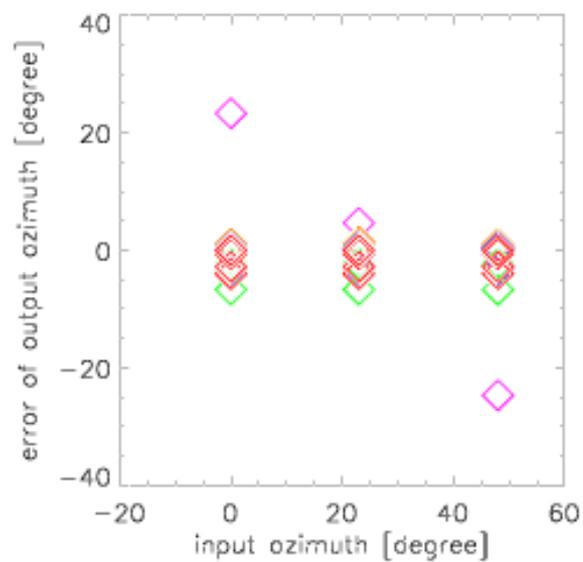
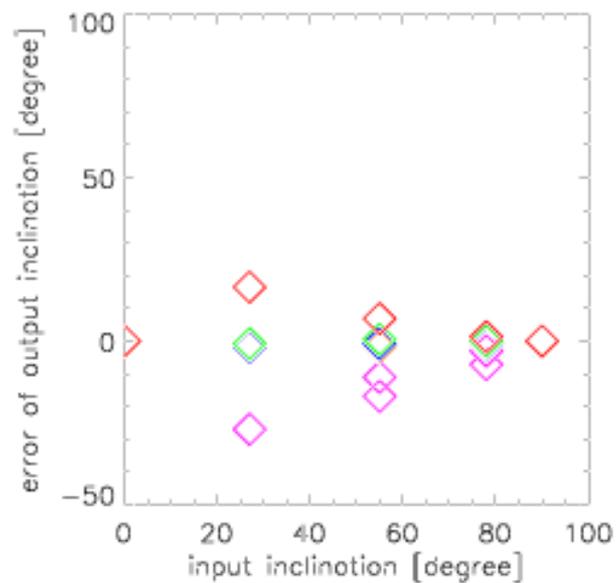
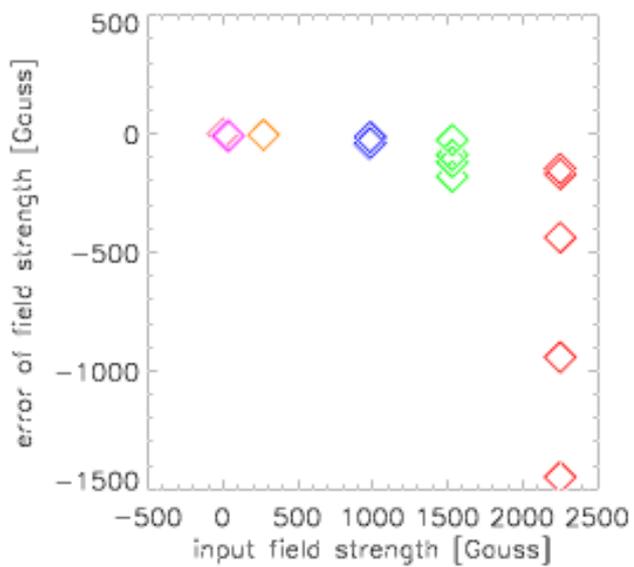
ノイズを入れた場合



上野製弱磁場近似プログラム

求まる物理量	磁場ベクトル(強度、傾斜角、方位角)、ドップラー速度、(2002年7月13日現在)、(速度勾配、filling factor)
仮定	弱磁場(500G以下)のストックスプロファイルが磁場のない場合の大気の物理量の微小変動によるプロファイルの変化としている。これを大気モデルを仮定して補正することにより1500G程度まで再現を図る。
磁場導出方法	I+V、I-Vからドップラー速度を求め、補正後、弱磁場近似に従い、磁場ベクトルを求め、補正関数により補正を行う。
長所・短所	長所: <ul style="list-style-type: none">・1500G程度までの磁場に関して物理量が精度よく求まる・速度勾配を考えても、磁場の強度や傾斜角は ほぼ精度よく求まる 短所: <ul style="list-style-type: none">・まだ入っていないパラメータを変化させた場合、 他の物理量に影響・速度勾配の影響で、方位角は ランダムな誤差を伴った値を返す

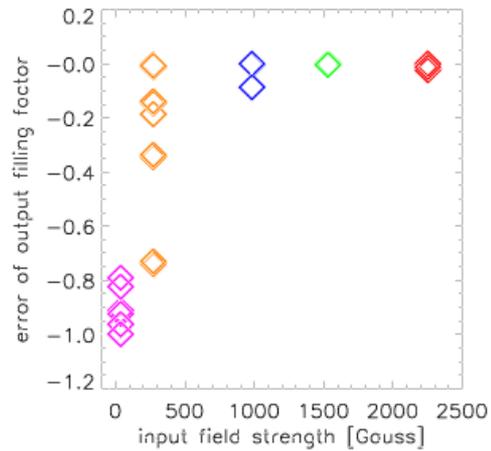
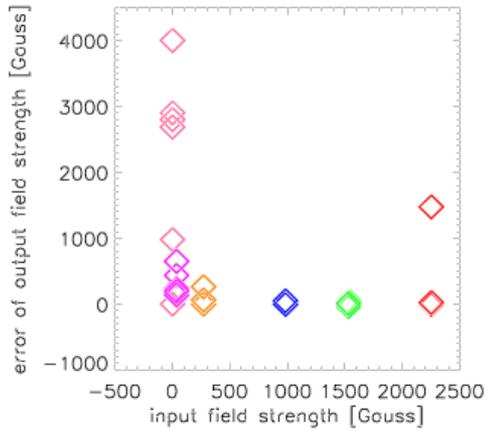
磁場ベクトルを 変化させた場合



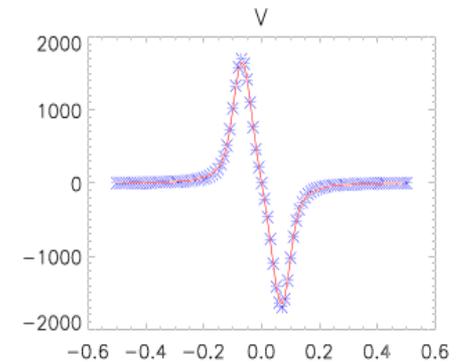
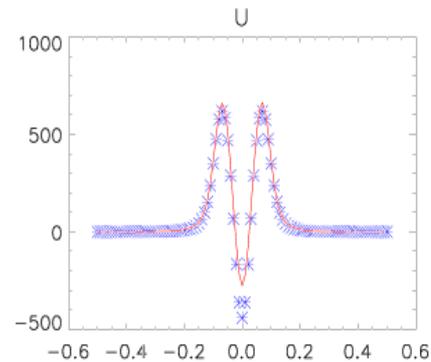
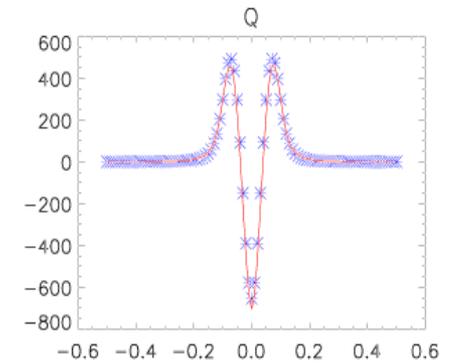
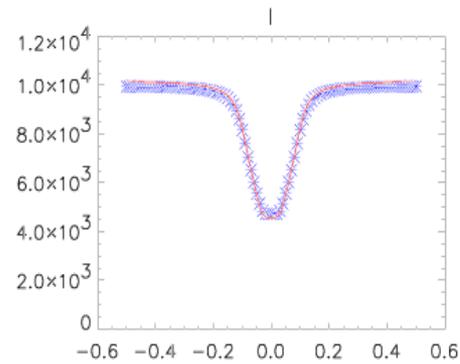
ASP標準コード

求まる 物理量	磁場ベクトル(強度、傾斜角、方位角)、 ラインの中心波長、ドップラー幅、filling factor など
仮定	LTE・平行平板大気 物理量が τ によらない 源泉関数が τ の1次関数
磁場導出 方法	フリーパラメータを上記の仮定をおいたストークスベクトル の輻射輸送方程式に代入し、観測のストークスプロファイル に最小自乗フィッティングさせる
長所・短所	長所 ・実用化されている ・精度よく磁場ベクトルなどの物理量が求まる 短所 ・時間がかかる(230 × 300 pixel のマップで約1時間) ・複雑な大気構造を完全に再現できない(非対称など) ・弱磁場領域で磁場強度が大きく見積もられる傾向

磁場ベクトルを変化させた場合



フィッティングの一例



桜井コード

仮定	LTE・平行平板大気 磁場、速度場、ドップラー幅、damping constantは深さによらない 吸収係数 η 、源泉関数 $B(\tau)$ は τ の任意の関数でよい
求まる 物理量	磁場ベクトル(強度、傾斜角、方位角)、ドップラー幅、 damping constant、filling factor
磁場導出 方法	任意の η 、 $B(\tau)$ に対する輻射輸送方程式の一般解を逆問題として解いて、ストークスプロファイルの観測データからパラメータを決める。
長所・短所	長所: ASP標準コードのように、 η = 一定、 B は τ の一次関数と というような仮定をしなくてよい。 速度勾配も取り入れられそうである(努力中)。 短所: 複雑で計算時間がかかりそう。 (もう少しやってみないとなんとも言えない。)

その他

FATIMA (HAO CIC)

Fast Analysis Technique

for the Inversion of Magnetic Atmosphere

PCAを用いてデータベースより観測に一番近いパラメータセットを探し出す。非線形最小自乗法を用いるより時間がかからず、また安定である。得られる結果は、データベースのモデルに基づくものが得られる。

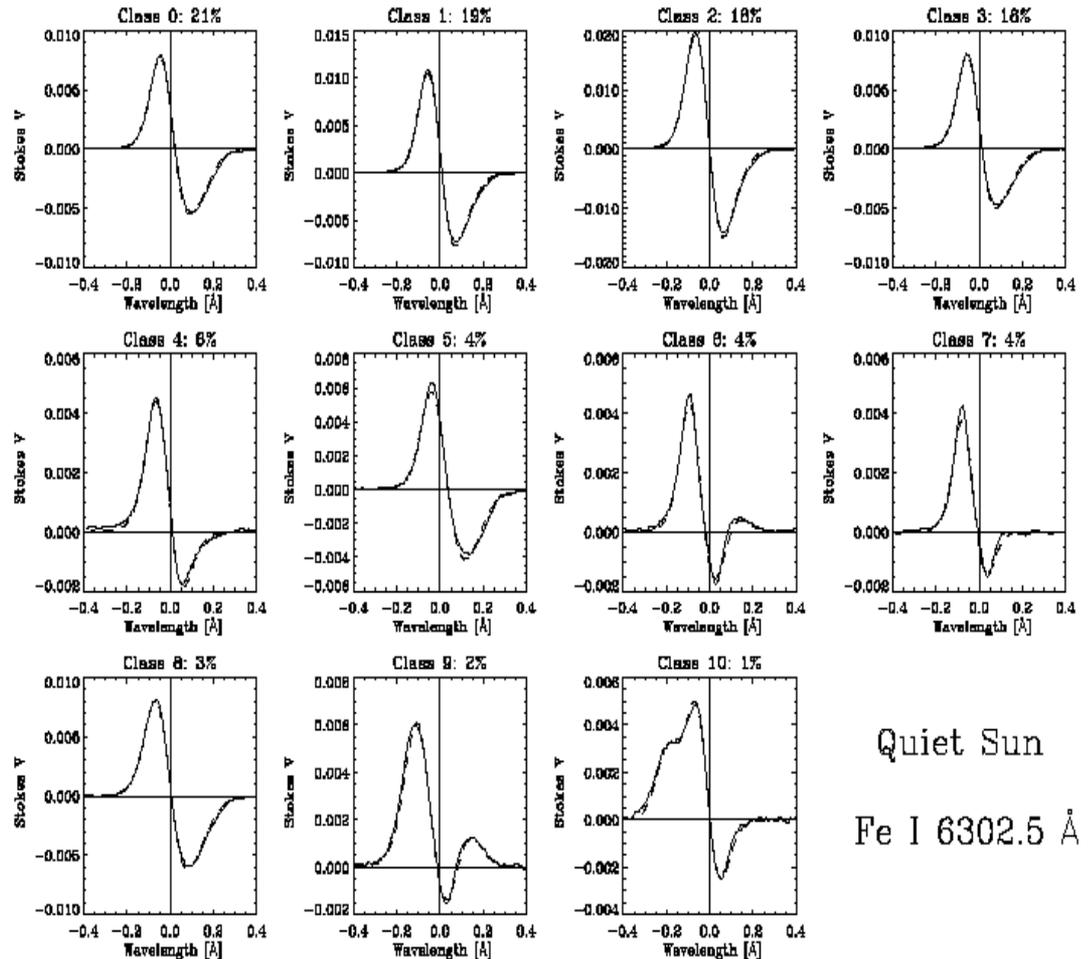
ASP標準コードの100分の1の時間しかかからない！

MISMA

MIcro-StruCTured Magnetic Atmosphere

mean free path よりも
小さなスケールでの
不均一を考慮する
ことにより、
Vプロファイルの
非対称を再現。

J.Sanchez Almeida
and B.W.Lites (2000)



今後、

- 次回、研究会を10月頃に行う
 - それまでにコードの完成を
 - 比較を行う
- 飛騨・乗鞍共同観測にて、実際に観測したデータをインバージョンにかける
- インバージョンコードの中で現在おちているパラメータを考えることが今後重要になってくる
 - コードのみならず、例えば、非対称の原因など物理的な面についても勉強する